CONCEPTO TÉCNICO No CT - 4832
Revisión de Estudio Particular de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas Artículo 7 - Decreto 193 de 2006

1 INFORMACIÓN GENERAL

ENTIDAD SOLICITANTE:	José Joaquín Álvarez - Curaduría 4
PROYECTO:	**PORTOBELLO**
LOCALIDAD:	11 Suba
UPZ:	25 La Floresta
BARRIO:	Andes Norte
DIRECCIÓN:	TV 44B No 101 - 92
CHIP:	AAA0126NDRJ
TIPO DE RIESGO:	Sísmico
EJECUTOR:	JEOPROBE Ltda.
FECHA DE EMISION:	Junio 15 de 2007

2 ANTECEDENTES

Decreto 193 del 08 de junio de 2006, por el cual se complementa y modifica el Código de Construcción de Bogotá, D.C., se adoptan los espectros de diseño y las determinantes del estudio de Microzonificación Sísmica, se establece que las construcciones y edificaciones nuevas de cualquier índole que se levanten en Bogotá Distrito Capital, deberán diseñarse y construirse dependiendo de la zona en la cual se encuentren según la zonificación sísmica adoptada a través de los artículos anteriores, acogiendo al efecto el espectro de diseño y sus coeficientes espectrales adoptados para cada zona.

Por otra parte, el artículo 5 del Decreto antes mencionado establece que podrán utilizarse espectros sísmicos de diseño diferentes a los definidos en dicho decreto, siempre y cuando se definan unos efectos locales particulares para el lugar donde se encuentra localizada la edificación, utilizando estudios de amplificación de las ondas sísmicas que se realicen de acuerdo con lo prescrito en los ordinales (e) a (i) de la sección A.2.9.3 del Decreto 33 de 1998, o estudios especiales referentes a efectos topográficos, cuando sea del caso. Adicionalmente, el parágrafo único del artículo 7 del Decreto 193 de 2006, establece que la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias realizará la revisión de los Estudios Particulares de Respuesta Local de Amplificación de Ondas Sísmicas y

emitirá concepto sobre el cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la ejecución de dichos estudios.

El presente concepto técnico corresponde a la **primera revisión** realizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, del informe *"Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Respuesta Sísmica Local del Proyecto Portobello"* elaborado por el ing. Jorge Alberto Rodríguez, a construirse en el predio ubicado en la Tv 44B No 101 – 92, que se remite como estudio sísmico local en cumplimiento a lo estipulado en el Decreto 193 de 2006.

3 GENERALIDADES DEL PROYECTO

De acuerdo con el consultor, el proyecto arquitectónico contempla la construcción de cuatro torres de doce pisos y altillo, tres de las torres cuentan con sótano.

En la Figura 1 del presente concepto se ilustra la localización del lote del proyecto, que corresponde a las siguientes coordenadas planas aproximadamente:

110591 N 101018 E

El informe *"Asesoría Geotécnica y Sismológica para la Evaluación de la Respuesta Sísmica Local del Proyecto Portobello"* fue elaborado por el Ing. Jorge Alberto Rodríguez, con base en los datos de exploración del subsuelo de la firma LFO Ltda. y el apoyo del laboratorio de pruebas y ensayos de la Pontificia Universidad Javeriana.

4 REVISIÓN DEL ESTUDIO

La revisión del informe presentado para el proyecto Portobello a construirse en la TV 44B No 101 - 92 en Bogotá D.C., se hace a la luz de los requerimientos consignados en el Decreto 193 de 2006 para este tipo de estudios.

El propósito de la revisión es verificar que el estudio cumpla con los requerimientos del decreto, de manera que se pueda verificar de manera razonable la validez del espectro de diseño recomendado, cuando dicho espectro es diferente al espectro de diseño definido por el Decreto 193.

El concepto técnico relacionado con el estudio de respuesta local del subsuelo se presenta, con referencia a los requerimientos pertinentes del decreto antes mencionado que se listan a continuación.

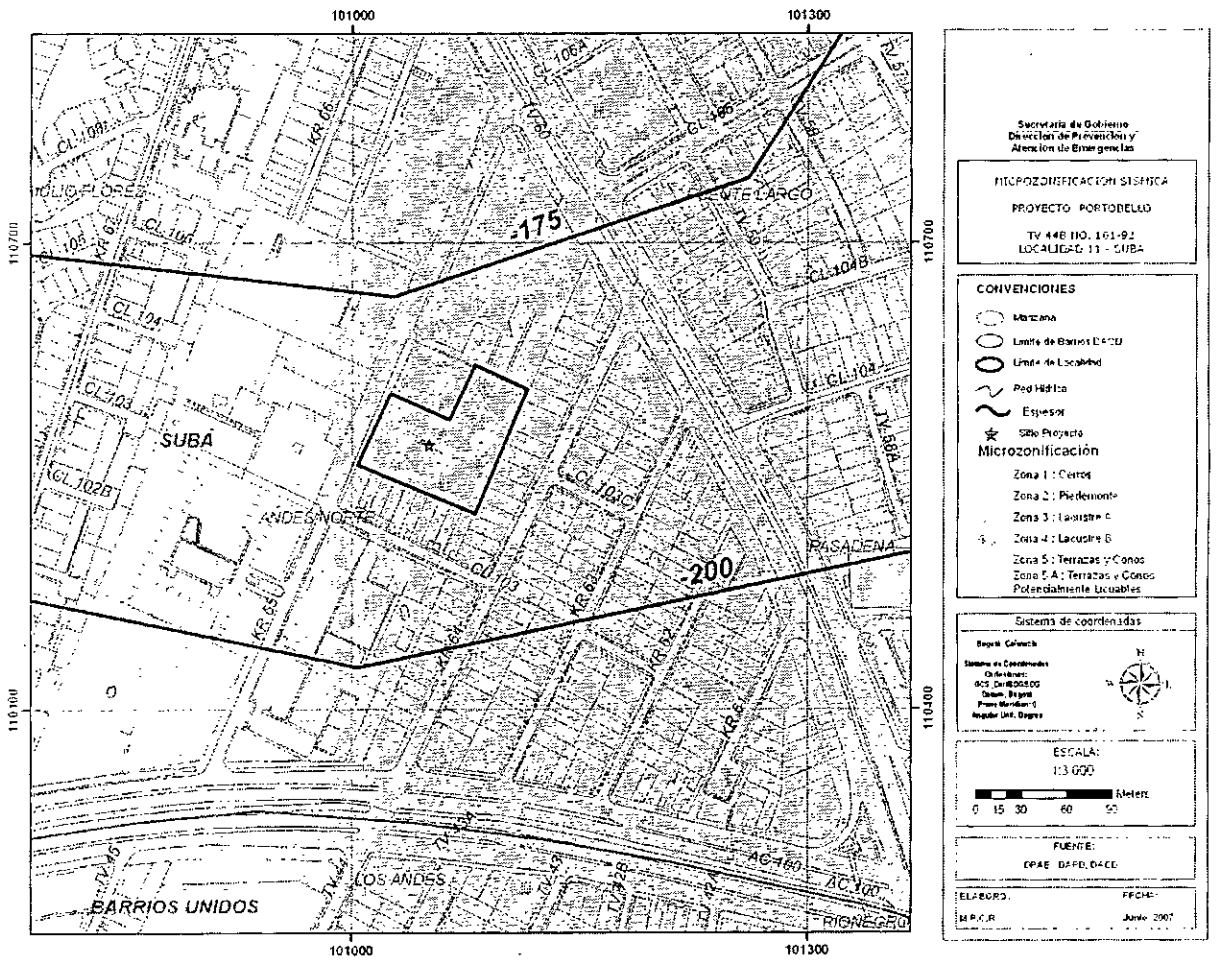


Figura 1. Localización del Proyecto Portobello

4.1 Asignación de la zona del proyecto con respecto a la Microzonificación Sísmica de Bogotá.

En el numeral 1.1 y 3.2, se indica que el sitio del proyecto se encuentra localizado en la Zona 4 (Lacustre B) según el decreto 193 de 2006, la cual es consistente con la localización presentada en la Figura 1 del presente concepto.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

4.2 Para estos estudios, todos los datos de campo deben provenir de mínimo una perforación de 50 m en suelos blandos y se debe realizar un número suficiente de ensayos para caracterizar el perfil. Para complementar la información del perfil del subsuelo, cuando la profundidad de sedimentos sea mayor a 50 m, se

puede consultar: estudios geofísicos, estudios geotécnicos, ensayos de campo y laboratorio y los estudios de zonificación incluidos en el proyecto de Microzonificación Sísmica de Bogotá.

De acuerdo con el Numeral 1.3.2 y 3.2, para conocer el perfil y propiedades del subsuelo en el lote del proyecto la firma LFO Ltda. realizó once (11) perforaciones las cuales alcanzaron profundidades entre 10 y 46 m, donde se obtuvieron muestras remoldeadas e inalteradas que se utilizaron para su clasificación visual y realización de ensayos de laboratorio. El resultado de estas perforaciones fue complementado con ensayos de resistencia con veleta de campo, de penetración estándar y de resistencia a la penetración con cono. Adicionalmente se ejecutó la perforación 12 de 50 m de profundidad, en la cual se realizó la prueba de Down Hole y se obtuvieron muestras inalteradas para los ensayos dinámicos de laboratorio. Los registros de perforación de los sondeos 1 a 11 junto con el plano de la localización se presentan anexos al informe. Es necesario que el consultor anexe el registro de perforación y localización del sondeo 12 de 50 m de profundidad.

Según el numeral 3.2, la investigación de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio realizados permitieron una caracterización de la estratigrafía en el sitio de proyecto hasta la profundidad explorada como se describe:

- De 0.0 a 0.6 m: Recebos compactados y capa vegetal.
- De 0.6 a 1.5 m: Arcillas limosas café a café oscuro con raíces de consistencia media.
- De 1.5 a 3.0 m: Arcillas gris con vetas amarillas de consistencia media.
- De 3.0 a 46 m: Limos arcillosos gris oscuro a carmelito de consistencia blanda a muy blanda.
- De 46 a 50 m: Arcilla arenosa gris oscura de consistencia media a firme.

Después de 50 m y hasta los 175 m donde el consultor adoptó la profundidad aproximada del basamento rocoso de acuerdo con el mapa de espesores de sedimento que indica que esta entre 175 y 200 m, el perfil geotécnico se complementó según el informe con los resultados del estudio de riesgo sísmico para la cuenca del salitre (HMV, 2003), estudio realizado con el fin de definir los regímenes de depositación en la cuenca con base en los cuales se estimó el tipo de materiales predominantes y su comportamiento geotécnico y sísmico. Ademas fue complementado perforaciones de 100 m de profundidad en la Avenida Calle 26 con Boyacá y Ciudad de Cali.

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

4.3 Realizar ensayos de velocidad de onda de corte, Vs, por medio de métodos de campo como down hole, cross hole y otros equivalentes.

Según los numerales 1.3.2 y 3.2, en el sondeo adicional No 12 se indica la realización de un ensayo de Down-Hole a una profundidad de 50 m que lo realizó la firma Ulloa y Díez Ltda., con el fin de definir el perfil de la velocidad de onda, Vs. Los resultados del mismo se indican en la figura 3.5. El perfil de Vs hasta 175 m de profundidad se adopta aumentando la velocidad en proporción a la raíz cuadrada de la profundidad por efecto del confinamiento. A continuación se resumen los valores determinados a partir de los resultados de la prueba.

1 – 2 m	200 m/s
2 – 25 m	153 m/s
25 – 45 m	169 m/s
45 – 50 m	245 m/s

El cumplimiento de este numeral esta condicionado a las aclaraciones del numeral anterior

El estudio CUMPLE PARCIALMENTE con este requerimiento.

4.4 Realizar ensayos dinámicos para determinar módulos de corte, G, y relaciones de amortiguamiento, D, sobre muestras inalteradas que cubran todo el intervalo de deformaciones (Velocidad de onda de corte en laboratorio, columna resonante, corte simple cíclico, triaxial cíclico, etc.).

Se realizaron ensayos dinámicos a muestras obtenidas con tubo Shelby a cuatro profundidades diferentes: 10, 20, 30 y 50 m. Para cada profundidad se ejecutaron pruebas de bender element y triaxiales cíclicos de esfuerzo controlado. Los resultados de las pruebas de laboratorio se presentan anexos al informe.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

4.5 Utilizar todos los acelerogramas del proyecto de microzonificación sísmica de Bogotá, en la obtención del espectro de respuesta en superficie.

En el estudio se utilizaron un total de 14 acelerogramas de los sismos alternativos aprobados por la DPAE, acogiéndose a lo establecido en el numeral 3 del artículo 7 del decreto 193 de 2006.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

4.6 Realizar mínimo un análisis unidimensional (SHAKE, EERA, etc), para todas las zonas de la microzonificación, siempre y cuando la pendiente del terreno sea inferior a 10 grados.

En el estudio se realizan análisis unidimensionales mediante la utilización del programa EERA (Bardet et al, 2000), que considera la propagación unidimensional de ondas de corte horizontal con un método lineal equivalente para tener en cuenta las variaciones del amortiguamiento y el módulo de corte con la deformación en los suelos del perfil. Los datos de los análisis se presentan en las Tablas 3.1 y 3.2, mientras que las características de los materiales se indican gráficamente en la Figura 3.9.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

4.7 Evaluación del potencial de licuación en los suelos susceptibles a licuarse.

Dado que el sitio del estudio se encuentra en la zona 4, y a que en la exploración del subsuelo no se identificaron superficialmente capas de arenas finas limpias saturadas, no es necesaria la evaluación del potencial de licuación.

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

4.8 Para todas las zonas, el espectro de diseño obtenido no puede ser menor que el espectro mínimo establecido para cada zona en la Microzonificación Sísmica de Bogotá.

Con base en los resultados de los análisis el consultor recomienda el espectro de diseño que se presenta en la figura 3.21 y 3.22 del estudio, que se ilustra en la Figura 2 del presente concepto.

Este espectro de respuesta comienza con un valor de Sa de 0.2g que aumenta hasta llegar a 0.42g en 0.35s, luego desciende a 0.325g en 0.5s y continua hasta 1.7s con el valor de Sa constante, de 1.7s hasta 2.7s el espectro presenta un forma de campana con un valor pico de 0.4g a 2.2s, finalmente desciende el espectro para luego continuar con los valores del mínimo de la zona 4 del decreto 193 de 2006.

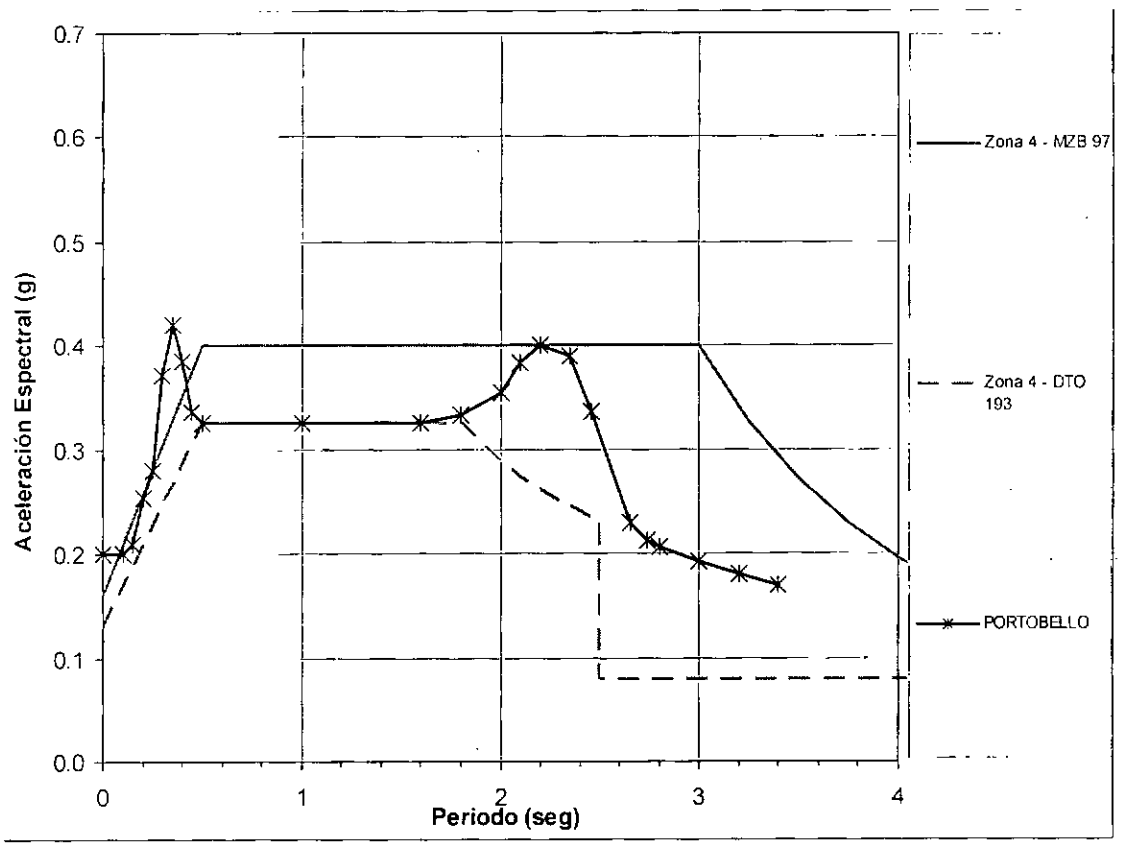


Figura 2. Espectro de diseño recomendado del proyecto Portobello

El estudio CUMPLE con este requerimiento.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de la presente revisión, se concluye que el estudio de respuesta local de amplificación de ondas sísmicas del proyecto en referencia está incompleto a la luz de los requerimientos mínimos consignados en el Decreto 193 de 2006. Para poder conocer con certeza la validez de los espectros de respuesta obtenidos y del recomendado en el estudio evaluado, primero deben aclararse y complementarse los puntos antes mencionados.

Una vez realizadas las correcciones y aclaraciones solicitadas, se recomienda enviar el estudio nuevamente a la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, con el fin de emitir concepto de cumplimiento, de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 193 de 2006

Elaboró

FERNANDO JAVIER DÍAZ P.
Ingeniero Civil, MSc (c) Geotecnia
M.P. 25202-093681 CND

Revisó

DIANA PATRICIA ARÉVALO S.
Coordinadora Grupo Estudios Técnicos

Aprobó

GUILLERMO ÁVILA ÁLVAREZ
Subdirector Investigación y Desarrollo

Vo.Bo.

DIANA MARCELA RUBIANO VARGAS
DIRECTORA